

PRARENCANA PABRIK

CARBON FIBER

KAPASITAS PRODUKSI : 13.500 TON/TAHUN



Diajukan oleh:

Agustina Gunawan

NRP: 5203011010

Sarah Yarden Palinggi

NRP: 5203011039

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

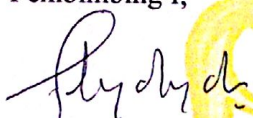
Nama mahasiswa : Agustina Gunawan

NRP : 5203011010

telah diselenggarakan pada tanggal 4 Juni 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 16 Juni 2015

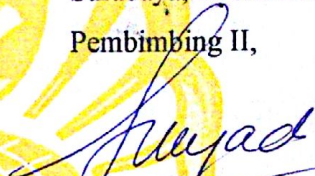
Pembimbing I,



Felycia Edi S., Ph.D.

NIK. 521.99.0391

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

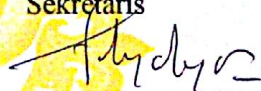
Ketua



Sandy Budi Hartono, Ph.D.

NIK. 521.99.0401

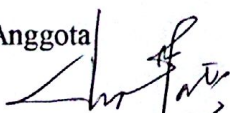
Sekretaris



Felycia Edi S., Ph.D.

NIK. 521.99.0391

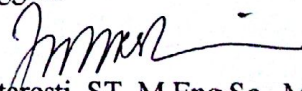
Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT

NIK. 521.89.0151

Anggota



Antaresti, ST, M.Eng.Sc., MM.

NIK. 521.99.0396

Mengetahui



LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

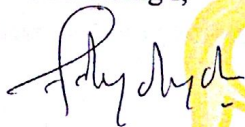
Nama mahasiswa : Sarah Yarden Palinggi

NRP : 5203011039

telah diselenggarakan pada tanggal 4 Juni 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 16 Juni 2015

Pembimbing I,



Felycia Edi S., Ph.D

NIK. 521.99.0391

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji


Ketua



Sandy Budi Hartono, Ph.D.

NIK. 521.99.0401

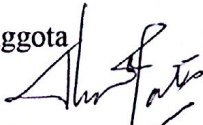
Sekretaris



Felycia Edi S., Ph.D.

NIK. 521.99.0391

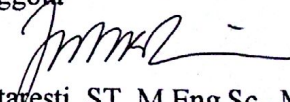
Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT

NIK. 521.89.0151

Anggota



Antaresti, ST, M.Eng.Sc., MM.

NIK. 521.99.0396

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan



Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



Wenny Irawaty, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 16 Juni 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Agustina Gunawan

(5203011010)

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 16 Juni 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Sarah Yarden Palinggi

(5203011039)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena telah melimpahkan kasih karunia serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan yang berjudul Prarencana Pabrik *Carbon Fiber*.

Prarencana pabrik ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan guna memenuhi persyaratan yang harus ditempuh dalam kurikulum pendidikan tingkat Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan prarencana pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
2. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya dan juga selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
3. Wenny Irawati, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya .
4. Sandy Budi Hartono, Ph.D., Ir. Yohanes Sudaryanto, MT, Antaresti, ST, M.Eng.Sc., MM. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan yang berharga dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
5. Orang tua, adik, keluarga, serta teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, khususnya angkatan 2011 yang tak henti-hentinya mendukung dan memberi semangat serta doa
6. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang turut memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan prarencana pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, sehingga penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan

laporan ini. Akhirnya, penyusun berharap supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, 16 Juni 2015

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Intisari	xii
Bab I Pendahuluan	
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk	I-3
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-6
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar	I-7
Bab II Uraian dan Pemilihan Proses	
II.1. Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2. Pemilihan Proses Pembuatan <i>Carbon Fiber</i>	II-2
II.3. Uraian Proses	II-3
Bab III Neraca Massa	
Bab IV Neraca Panas	
Bab V Spesifikasi Peralatan	
Bab VI Lokasi, Tata Letak Pabrik & Alat, Instrumentasi, dan Safety	
VI.1. Lokasi Pabrik	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-3
VI.3. Instrumentasi	VI-8
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-11
Bab VII Utilitas	
VII.1. Unit penyedia dan pengolahan air	VII-1
VII.2. Unit penyedia listrik	VII-129
VII.2. Unit penyedia bahan bakar	VII-135
Bab VIII Desain Produk dan Kemasan	
Bab IX Perencanaan Pemasaran	
Bab X Struktur Organisasi	
X.1. Bentuk Perusahaan	X-1
X.2. Struktur Organisasi	X-1
X.3. Pembagian Tugas dan tanggung jawab	X-3
X.4. Jadwal Kerja	X-8
X.5. Kesejahteraan Karyawan	X-10
Bab XI Analisa Ekonomi	
XI.1. Perhitungan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-1
XI.2. Perhitungan <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.4. Analisa Sensitivitas	XI-13
Bab XII Diskusi dan Kesimpulan	
XII.1. Diskusi	XII-1
XII.2. Kesimpulan	XII-3
Daftar Pustaka	xiv

Lampiran A	A-1
Lampiran B	B-1
Lampiran C	C-1
Lampiran D	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1.	Konsumsi <i>Carbon Fiber</i> dunia	I-1
Gambar I.2.	Polimerisasi <i>Acrylonitrile</i>	I-2
Gambar I.3.	Struktur <i>Acrylonitrile</i>	I-3
Gambar I.4.	Struktur <i>Polyacrylonitrile</i>	I-3
Gambar I.5.	Produksi <i>Acrylonitrile</i> secara global	I-7
Gambar II.1.	Blok diagram produksi <i>carbon fiber</i>	II-2
Gambar VI.1.	Lokasi pabrik	VI-1
Gambar VI.2.	Tata letak pabrik <i>carbon fiber</i> (1:1000)	VI-7
Gambar VI.3.	Tata letak alat	VII-8
Gambar X.1.	Bagan Struktur Organisasi Pabrik <i>Carbon Fiber</i>	X-2
Gambar XI.1.	Hubungan antara kapasitas produksi dan laba sesudah pajak	XI-12

DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Karakteristik fisika dari <i>Acrylonitrile</i>	I-3
Tabel I.2.	Karakteristik fisika dari <i>Polyacrylonitrile</i>	I-4
Tabel I.3.	Karakteristik fisika dari <i>Dimethylformamide</i>	I-5
Tabel I.4.	Karakteristik fisika dari <i>Carbon Fiber</i>	I-5
Tabel I.5.	<i>Tensile strength</i> beberapa material	I-5
Tabel I.6.	Kapasitas produksi <i>Acrylonitrile</i>	I-7
Tabel I.7.	Konsumsi <i>Carbon Fiber</i> di dunia	I-8
Tabel VI.1	Keterangan tata letak pabrik	VI-6
Tabel VI.2	Keterangan tata letak ruang produksi	VI-8
Tabel VI.3	Jenis instrumentasi yang digunakan	VI-10
Tabel VII.1.	Data kode alat beserta keterangan	VII-7
Tabel VII.2.	Tabel nama alat proses dan power yang digunakan	VII-129
Tabel VII.3.	Tabel nama alat utilitas dan power yang digunakan	VII-130
Tabel VII.4.	Nama, luas bangunan dan lumen output	VII-131
Tabel VII.5.	Tabel jenis lampu serta jumlah lampu	VII-135
Tabel VII.6.	Tabel kebutuhan bahan bakar	VII-137
Tabel VII.7.	Tabel kebutuhan udara pembakaran	VII-139
Tabel X.1.	Jadwal kerja karyawan shift	X-9
Tabel X.2.	Jadwal Kerja Karyawan non-shift	X-11
Tabel XI.1.	Penentuan Total Capital Investment (TCI)	XI-2
Tabel XI.2.	Penentuan Total Capital Investment (TPC)	XI-3
Tabel XI.3.	Cash flow	XI-6
Tabel XI.4.	ROR sebelum pajak	XI-8
Tabel XI.5.	ROR setelah pajak	XI-9
Tabel XI.6.	ROE sebelum pajak	XI-10
Tabel XI.7.	ROE setelah pajak	XI-11
Tabel XI.8.	POT sebelum pajak	XI-11
Tabel XI.9.	Hubungan kenaikan % harga bahan baku terhadap BEP	XI-14

INTISARI

Carbon Fiber merupakan serat yang terdiri dari sekurang-kurangnya 92% atom karbon. Sifatnya yang kuat tetapi ringan merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki oleh *carbon fiber* dibandingkan dengan besi maupun baja. Dalam hal ini, industri *carbon fiber* semakin berkembang untuk memenuhi permintaan dari beberapa sektor yang berbeda di antaranya yaitu pada konstruksi pesawat terbang, industri alat olahraga, industri alat musik, industri otomotif serta pada konstruksi jalan dan jembatan.

Pembuatan *Carbon Fiber* ini diawali dengan proses polimerisasi dari *acrylonitril* menjadi *polyacrylonitrile* (PAN). Pada tahap ini *acrylonitrile* ditambahkan dengan *benzoyl peroxide* kemudian dilarutkan dalam pelarut *dimethylformamide* 25% di dalam tangki polimerisasi. Selanjutnya larutan dipompa ke dalam *spinneret* untuk menghasilkan *fiber gel*. *Fiber gel* yang keluar dari *spineneret* langsung masuk ke dalam bak presipitasi. Pada proses berikutnya, masuk ke *oxidizer* pada suhu 250°C. Setelah tahap *oxidizer*, carbon fiber dipanaskan kembali ke dalam *carbonizer* pada suhu 2000°C. Carbon fiber yang keluar dari *carbonizer* didinginkan dan kemudian ditambahkan *epoxy*.

Pabrik Carbon Fiber ini menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cair dan gas. Limbah cair yang dihasilkan setiap 6 bulan adalah larutan DMF yang akan diolah pada tangki pengolahan limbah dengan metode fenton.

Limbah gas yang dihasilkan berupa campuran beberapa gas yang terdiri dari CO₂, H₂O, NO₂, dan N₂ yang dihasilkan oleh oksidator. Limbah gas tersebut akan dialirkan menuju stack gas untuk menurunkan suhu-nya dan selanjutnya akan dilepas ke lingkungan.

Ringkasan penjelasan Pabrik *Carbon Fiber* dari *Acrylonitrile*

Nama	: Pabrik <i>Carbon Fiber</i> dari <i>Acrylonitrile</i>
Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Carbon Fiber
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas produksi	: 13.500 ton <i>carbon fiber</i> / tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Kontinyu
Masa Konstruksi	: 2 Tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2019
Bahan Baku	

- *Acrylonitrile* : 90.823,92 kg per hari
- Benzoi Peroksida : 454,08 kg per hari
- Dimetilformamide : 3.045,84 kg per hari

Produk

- Carbon Fiber : 40.909,1 kg/hari

Utilitas

- Air : 211,62 m³ per hari
- Listrik terpasang : 508,6 kW
- Udara : 11.225,45 kg/hari
- N₂ cair : 251.296,94 kg/hari

- N₂ gas : 542,76 kg/hari
- Jumlah tenaga kerja : 128 orang
- Lokasi Pabrik : Kecamatan Hegarmanah, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat
- Luas Pabrik : 30.000 m²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan:

- *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp. 1.510.032.477.316
- *Working Capital Investment* (WCI) : Rp. 67.333.180.041
- *Total Production Cost* (TPC) : Rp. 1.010.198.531.867
- Penjualan per tahun : Rp. 1.485.000.000.000

Metode *Discounted Cash Flow*

- *Rate of Return Investment* (ROR) sebelum pajak : 16,11 %
- *Rate of Return Investment* (ROR) setelah pajak : 11,52%
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 23,50%
- *Rate of Equity* (ROE) setelah pajak : 13,48%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 5 tahun 7 bulan 24 hari
- *Pay Out Time* (POT) setelah pajak : 6 tahun 5 bulan 6 hari
- *Break Even Point* (BEP) : 55,20 %

Dari aspek-aspek yang telah dijelaskan maka dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.